Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges. 71, 223–228 (1979)

Ektomykorrhizen in vermorschten Stämmen von Tilia

Von F. H. MEYER

Einleitung

Die Winterlinde gehört zu den Bäumen, die verhältnismäßig alt werden; sie kann ein Alter von über tausend Jahren erreichen. Dieses hohe Alter ist insofern erstaunlich, als die Linden ein weiches und daher leicht bearbeitbares Holz besitzen, das dem Befall mit holzzerstörenden Pilzen wenig Widerstand entgegensetzt. In der Regel zeichnen sich sehr alt werdende Bäume wie Eiche, Zypresse und Mammutbaum durch ein härteres und vor allem durch ein gegenüber Pilzbefall widerstandsfähigeres Holz aus (MEYER 1965), während die nur ein geringes Alter erreichenden Bäume wie Weiden, Pappeln und Erlen ein weiches Holz aufweisen, das der Fäulnis leicht zum Opfer fällt.

Ältere Linden sind in ihrem Stamm nun stets hohl (BERNATZKY 1970). Durch nicht überwallte Wunden, die z. B. als Folge eines Astbruches entstehen, dringen holzzerstörende Pilze ein und

Abb. 1. Ein im Inneren zersetzter Lindenstamm mit Adventivwurzeln unterschiedlicher Stärke. Phot. Dr. A. HERKLOTZ

bringen allmählich das Stamminnere zum Vermorschen. Die Lindenkrone wird dann vielfach nur noch von einem hohlen Stamm getragen. In ihrem hohlen Stamm treibt die Linde aber häufig Adventivwurzeln, die im Holzmulm nach unten wachsen und sich im Boden verzweigen. Diese Adventivwurzeln erstarken im Laufe der Zeit und können Durchmesser von über 30 cm erreichen (vgl. Abb. 1). Ähnlich wie bei den Weiden und Pappeln wird auch bei Linden die geringe Widerstandskraft ihres Holzes gegenüber Fäulnis offenbar zum Teil kompensiert durch die Fähigkeit zur Bildung von Adventivwurzeln. Die erstarkten Adventivwurzeln der Linde dürften auch Tragefunktionen übernehmen. Legen sie selbst neue Zweige und Äste an, so erwächst aus einer alten vermorschten Linde eine verjüngte Linde. Durch Entfernen des gesamten alten Stammholzes und weitere baumchirurgische Maßnahmen konnte aus einer uralten Linde eine verjüngte Linde herausgearbeitet werden (MAURER 1971). Nach MAURER sind die „Innenwurzeln das Geheimnis der Langlebigkeit der Linden".

Herkunft der Ektomykorrhizen

Die Erneuerung der Herrenhäuser Allee in Hannover bot Gelegenheit zum Studium der „Innenwurzeln" bei *Tilia × vulgaris*. Die 1726/27 begründete vierreihige, fast 2 km lange Herrenhäuser Allee mußte in den Jahren 1972 bis 1974 vollständig erneuert werden, weil die alte Allee infolge Kriegseinwirkungen viele Fehlstellen aufwies, und zahlreiche Linden starke Pilzschäden zeigten, so daß die für eine Allee zu fordernde Gleichmäßigkeit und Einheitlichkeit nicht mehr gegeben war (HERKLOTZ 1977).

Abb. 2. Feinwurzeln und Ektomykorrhizen durchdringen das vermorschte Lindenholz. × 30

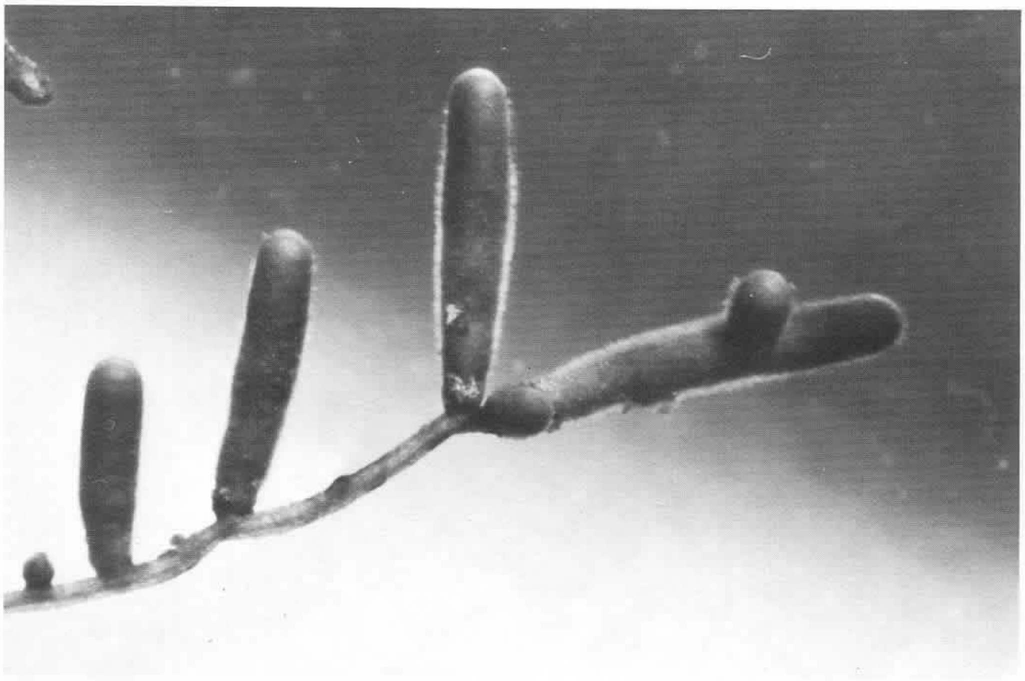

Abb. 3. Ektomykorrhizen der Linde aus dem vermoderten Stamminneren. Die von der Oberfläche der Mykorrhizen ausstrahlenden Hyphen sind deutlich zu erkennen. × 30

Bei fast der Hälfte der gefällten Linden war das Stammholz weitgehend vermorscht oder gar völlig zersetzt, und die hohlen Stämme enthielten häufig Adventivwurzeln unterschiedlicher Dicke (vgl. Abb. 1). Die Wurzeln im Stamminneren verzweigten sich reichlich und durchzogen den Holzmulm und das vermorschte Holz besonders intensiv (Abb. 2). Die meisten der Feinwurzeln im vermorschten Holz waren zu Ektomykorrhizen umgewandelt (Abb. 3). Der Holzmulm bietet offenbar günstige Voraussetzungen für die Anlage von Ektomykorrhizen. Über entsprechende Beobachtungen an Birken berichtet DIMBLEBY (1953). In einer ehemaligen *Calluna*-Heide waren Birkenwurzeln nur dort mit Mykorrhizen besetzt, wo sie in den Humussträngen völlig zersetzter Kiefernwurzeln wuchsen. Da die Linde als eine schwach mykotrophe Pflanzengattung angesehen wird (LOBANOW 1960) und in der Literatur nur vereinzelte Angaben über das Vorkommen von Ektomykorrhizen an der Linde vorliegen (SEN 1961a, SEN und JENIK 1962, TRAPPE 1962), ist die üppige Mykorrhizenentwicklung im Holzmulm bemerkenswert.

Aufbau der Ektomykorrhizen

Wie aus Abb. 4 hervorgeht, weisen die Ektomykorrhizen einen kräftigen Pilzmantel von 25 Mikrometer Dicke auf. Von der Oberfläche des Mantels strahlen zahlreiche Hyphen aus. Das Hartigsche Netz umfaßt die beiden äußeren Zellreihen der Wurzelrinde. Nach der von DOMINIK (1959) vorgeschlagenen Klassifikation der Ektomykorrhizen auf Grund anatomischer Merkmale handelt es sich um den Untertypus Gb, der durch einen bronzefarbenen plektenchymatischen

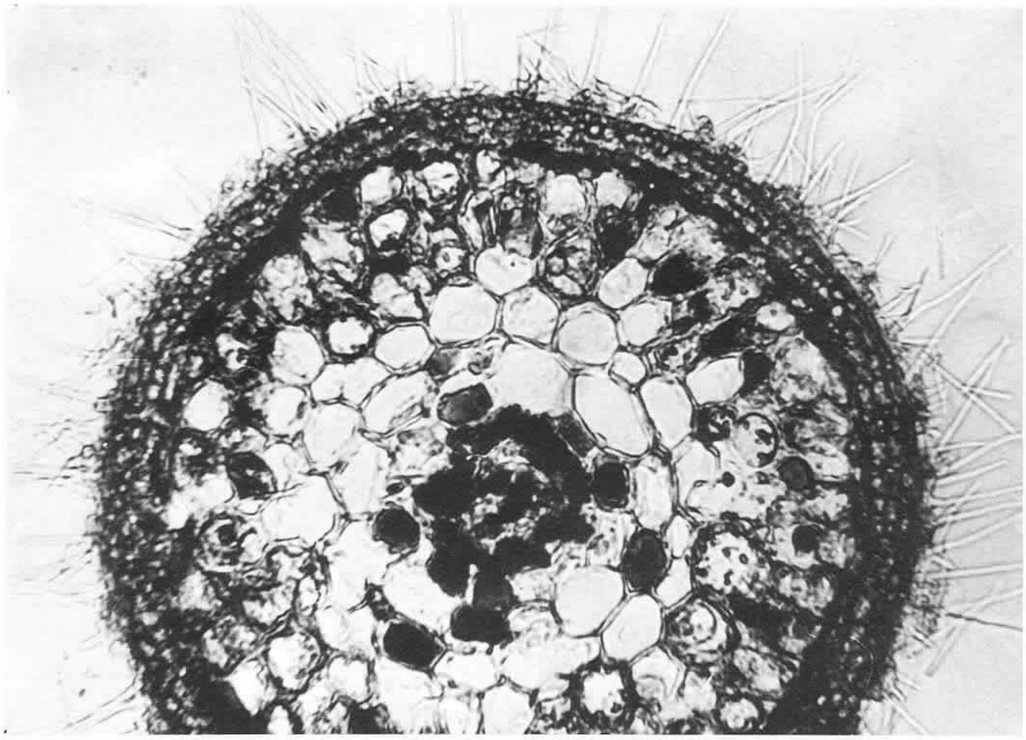

Abb. 4. Querschnitt durch eine in Abb. 3 gezeigte Ektomykorrhiza. Vom 25 Mikrometer starken Pilzmantel strahlen fast radiär borstenförmige Hyphen aus. × 320

Mantel mit einzelnen fast radiär ausstrahlenden, steifen Hyphen gekennzeichnet ist. Schwarze Mykorrhizen mit dem Pilzpartner *Cenococcum graniforme* (Untertypus Kb) traten nur vereinzelt auf.

Pilzpartner

Der Pilzpartner in der bronzefarbenen Mykorrhiza bleibt vorläufig unbekannt. In einer Zusammenstellung der bisher ermittelten Pilzpartner von Ektomykorrhizen nennt Trappe (1962) für *Tilia × vulgaris* (= *T. europaea*) nur *Cenococcum graniforme* und für *Tilia cordata* neben *Cenococcum* auch *Amanita pantherina* und *Russula sororia*. Die äußerlich schwarzen Rhizomorphen des Hallimasch (*Armillariella mellea*) durchzogen die vermorschten Stämme in großer Menge. Als Pilzpartner dürfte der Hallimasch aber nicht in Betracht kommen, denn er ist bisher nur in Endomykorrhizen chlorophyllfreier Orchideen nachgewiesen worden, also in völlig anderen Mykorrhiza-Typen (Schaede 1962).

Diskussion

In dem vermorschten Holz und im Holzmulm sind die Bedingungen für das Entstehen von Ektomykorrhizen offensichtlich relativ günstig, und die „Innenwurzeln" dürften sich mit ihren Ektomykorrhizen vorteilhaft auf die Ernährung der Linden auswirken. Ob die Mykorrhizapilze aber auch die Holzzersetzung hervorrufen, erscheint sehr fraglich, da die saprophytischen Fähigkeiten der meisten Mykorrhizapilze gering sind (Meyer 1974). Hinzu kommt, daß Mykorrhizen gleichen Aufbaus vereinzelt auch in humusarmen, sandigen Straßenböden Hannovers auftreten und daß Sen (1961a) Mykorrhizen gleicher Morphologie („Club-shaped: Setaceous") in verschiedenen Lehmböden fand.
Lindenwurzeln vermögen nicht nur das vermorschte Stammholz zu durchwachsen, sondern auch zerfallene Wurzeln. Sen (1961b) beobachtete, daß etwa bleistiftstarke, weitgehend zersetzte Lindenwurzeln von jungen Lindenwurzeln durchzogen waren, die zum Teil Mykorrhizen trugen. Er nannte diese Erscheinung „Selbst-Saprophytismus". Dieser Begriff erscheint aber nicht ganz gerechtfertigt, denn Saprophyten scheiden in der Regel Ektoenzyme ab zum Aufschluß toter organischer Substanzen und resorbieren die Spaltprodukte. Bestenfalls ließen sich die Beziehungen im vermorschten Lindenholz als „mittelbar saprophytisch" kennzeichnen, sofern die Pilzpartner überhaupt am Aufschluß des Holzes bzw. Mulms beteiligt sind und der Lindenwurzel Abbauprodukte zuleiten. Zumindestens kann aber, wie allgemein bei Ektomykorrhizen, eine Zuleitung von Mineralstoffen und Wasser erwartet werden.

Summary

European lime trees become very old. This feature stands in contrast to their less durable wood, that easily is attacked by wood-destroying fungi. It seems, that the limited durability of the wood of lime trees is counter-balanced by the property of forming numerous adventitious roots. Within the semidecayed wood these roots beared a lot of ectomycorrhizae. Apparently the conditions for mycorrhiza formation are most favourable in the rotten wood. The role of these ectomycorrhizae bearing roots within the hollow trunks of older lime trees is discussed.

Literatur

Bernatzky, A., 1970: Die Linde. Baumzeitung 4:55–57.
Dimbleby, G. W., 1953: Natural regeneration of pine and birch on the heather moors of northeast Yorkshire. Forestry 26:41–52.
Dominik, R., 1959: Synopsis of a new classification of the ectotrophic mycorrhizae established on morphological and anatomical characteristics. Mycopathologia et mycol. appl. 11:359–367.
Herklotz, A., 1977: Die Erneuerung der Herrenhäuser Allee zu Hannover. Gartenamt 26:70–73.
Lobanow, N. W., 1960: Mykotrophie der Holzpflanzen. Berlin (VEB Dtsch. Vlg. Wiss.).
Maurer, M., 1971: Die Wilhelmslinde in Dillenburg/Hessen. Baumzeitung 5:13–14.
Meyer, F. H., 1965: Das Altern der Bäume. Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges. 62:59–65.
Meyer, F. H., 1974: Physiology of mycorrhiza. Ann. Rev. Plant Physiol. 25:567–586.
Schaede, F., 1962: Die pflanzlichen Symbiosen. 3. Aufl. von F. H. Meyer. Stuttgart (G. Fischer).
Sen, D. N., 1961a: Root Ecology of *Tilia europaea* L. – I. On the morphology of mycorrhizal roots. Preslia 33:341–350.
Sen, D. N., 1961b: Self-saprophytism in roots of *Tilia cordata* L. Preslia 33:36–40.

SEN, D. N. and J. JENIK, 1962: Root ecology of *Tilia europaea* L.: Anatomy of mycorrhizal roots. Nature 193:1101–1103.
TRAPPE, J. M., 1962: Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. Bot. Rev.: 28:538–606.

Autor :
Prof. Dr. F. H. MEYER
Institut für Landschaftspflege
und Naturschutz der Universität Hannover
Herrenhäuser Str. 2
D–3000 Hannover 21